

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-119093

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl. G02B 13/04
G02B 13/18

(21)Application number : 09-293560

(71)Applicant : MARK:KK

(22)Date of filing : 09.10.1997

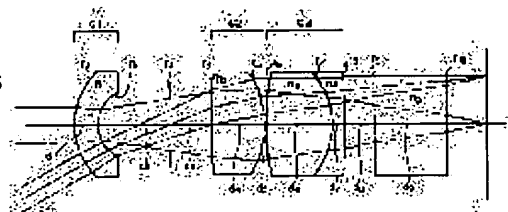
(72)Inventor : FUJIOKA IWATATSU

(54) RETROFOCUSING WIDE-ANGLE LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lens constituted of a small number of lenses, having a long back focus, securing a long distance between an exit pupil and an image surface and excellent in aberration.

SOLUTION: In the three-group constitution lens constituted of a 1st group G1 being a negative meniscus lens whose convex surface faces an object side, a diaphragm, a 2nd group G2 being a biconvex positive lens, and a 3rd group G3 being a positive lens system consisting of a biconvex positive lens and a negative lens bonded thereto in order from the object side; the concave surface on the image side of the 1st group lens G1 and the convex surface on the image side of the 2nd group lens G2 are aspherical. The aspherical surface is constituted by bonding an aspherical layer made of transparent material to the outside of a glass spherical lens.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3281583

[Date of registration] 22.02.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-119093

(43)公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51)Int.Cl.⁹

G 0 2 B 13/04
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 13/04
13/18

D

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-293560

(22)出願日 平成9年(1997)10月9日

(71)出願人 591183418

株式会社マーク

東京都中野区江古田1丁目38番6号

(72)発明者 藤陵 厳達

東京都東久留米市滝山5丁目15番17号

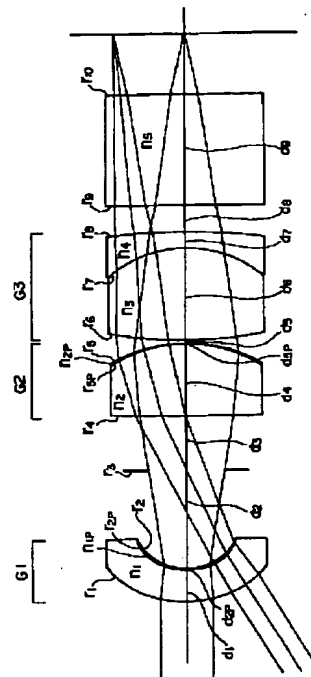
(74)代理人 弁理士 井ノ口 壽

(54)【発明の名称】 レトロフォーカス型広角レンズ

(57)【要約】

【課題】 少ない構成枚数で、バックフォーカスが長く、射出瞳一像面、間の距離も大きく良好な収差のレンズを提供する。

【解決手段】 物体側より順に物体側に凸面を向けた負メネスカスレンズの第1群、絞り、両凸正レンズである第2群および両凸正レンズとそれに接合される負レンズとからなる正レンズ系の第3群よりなる3群構成のレンズにおいて第1群レンズの像側の凹面および第2群レンズの像側の凸面は非球面である。またこの非球面はガラス球面レンズの外側に透明材料製の非球面層を接合することにより構成することもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1群、絞り、両凸正レンズである第2群および両凸正レンズとそれに接合される負レンズとからなる正レンズ系の第3群よりなる3群構成のレンズにおいて、第1群レンズの像側の凹面および第2群レンズの像側の凸面は非球面であることを特徴とするレトロフォーカス型広角レンズ。

【請求項2】 請求項1に記載のレンズにおいて下記の条件を満足することを特徴とするレトロフォーカス型広角レンズ

$$1.3 < f_{G2}/f < 1.6 \quad \dots (1)$$

$$3 < f_{G3}/f_{G2} < 4.6 \quad \dots (2)$$

$$5 < r_{G2F}/|r_{G2R}| < 50 \quad \dots (3)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{G2} : 第2群レンズの焦点距離

f_{G3} : 第3群の接合レンズの焦点距離

r_{G2F} : 第2群レンズの物体側の球面の曲率半径

r_{G2R} : 第2群レンズの像側の非球面の頂点曲率半径

【請求項3】 請求項1に記載のレンズにおいて、第1群の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの像側の凹面および第2群の両凸レンズの像側の凸面はガラス球面レンズの外側に透明材料製の非球面層を接合することにより構成されることも可能なことを特徴とするレトロフォーカス型広角レンズ。

【請求項4】 請求項3に記載のレンズにおいて、下記の条件を満足することを特徴とするレトロフォーカス型広角レンズ。

$$1.3 < f_{G2}/f < 1.6 \quad \dots (4)$$

$$3 < f_{G3}/f_{G2} < 4.6 \quad \dots (5)$$

$$5 < r_{G2F}/|r_{G2R}| < 50 \quad \dots (6)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{G2} : 第2群において両凸ガラス球面レンズの像側の凸面に接合された透明材料製の非球面層を含む合成レンズの焦点距離

f_{G3} : 第3群の接合レンズの焦点距離

r_{G2F} : 第2群レンズの物体側の球面の曲率半径

r_{G2R} : 第2群レンズの像側に接合された透明材料製の非球面層の頂点曲率半径

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はCCD等の撮像素子を用いるデジタルカメラに好適なレトロフォーカス型高性能レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタルカメラに用いる撮影レンズはその後部にローパスフィルタや赤外光カットフィルタ等を設ける必要上、長いバックフォーカスを必要とし、加え

て撮像素子の性能を発揮するためには、射出瞳一像面、間の距離を長くする必要もあり、レンズ系の複雑化や負の歪曲収差が増大する等の欠点があるので設計上の困難が多かった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 さらに、近年撮像素子であるCCDの高画素数化に伴い、画素ピッチが小さくなり高解像力が要求されるようになった。この高解像力への対応を満足するためには、基準波長の諸収差以外に軸上、軸外の色収差はもちろん、色のコマ収差までも極力小さくすることが重要課題となった。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、構成を簡略化するために物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1群、絞り、両凸正レンズである第2群、および両凸正レンズとそれに接合される負レンズとからなる正レンズ系の第3群よりなる3群構成のレンズであり、第1群レンズの像側の凹面および第2群レンズの像側の凸面は非球面であることを特徴とするものである。バックフォーカスおよび射出瞳一像面、間の距離を長くするためには、レトロフォーカス型とすることが必要であるが、レトロフォーカス型では負の歪曲収差が増大するので、デジタルカメラ用の広角レンズとしては不適格といわざるを得ない。この欠点を補うために第1群の負レンズを正レンズと負メニスカスの合成負レンズとする形式も数多く見られるが、中間画角においては負レンズによる負の歪曲収差による樽型の描写となり、高画角の周辺部においては正レンズによる正への歪曲収差の補正が強く作用するため、正の歪曲収差による糸巻型の描写となる結果、陣笠タイプの歪曲収差となる。この形式における合成負レンズでは色収差を補正するには正レンズに分散の多い材質、負レンズには分散の少ない材質という正の合成レンズとは逆の配置をとるため、倍率の色収差は中間画角で補正過剰、高画角の周辺部では補正不足の現象となり、高解像力を要求される近年の高画素数対応のデジタルカメラ用広角レンズには、倍率の色収差と色のコマ収差が災いして良好な結果が得られない。

【0005】 本発明においては、色収差の上記災いの原因を作らないために第1群は物体側に凸面を向けた負のメニスカスの単レンズとし、負の歪曲収差の補正に効果の大きい像側の凹面に周辺へ行く程曲率の弱くなる非球面を採用することにより、少なく、しかも癖のない歪曲収差を得、倍率の色収差および色のコマ収差も全画角に亘り、極めて良好とすることができた。第1群の負レンズの両面を非球面とすることは両面の非球面の相互偏心による性能低下が大きくなるにも拘らず、歪曲収差の補正効果は少ない。第1群の負メニスカスレンズは負の歪曲収差の補正に顕著な効果があるが、球面収差の補正には効果がなく、第1群の周縁部を通る光線の軸外収差の

補正は過剰となる。この補正には第2群の正レンズの屈折力を強くし、しかも球面収差と軸外光線の上記収差を補正する必要がある。これはまた負の歪曲収差の増大をも防ぐ働きがある。

【0006】第2群の正レンズの物体側の面に正の屈折力を与えるときは、第2群（および第3群）の周縁部を通る光線の発散収差を抑え、第2群の像側の凸面の非球面頂点曲率半径を過小とすることなく正の屈折力を強くすることができる。第2群の両凸正レンズの像側の凸面を周縁に行く程曲率の小くなる非球面とすることは球面収差を見事に補正することができる。

【0007】像面に近い第3群の正の両凸レンズと負レンズの接合レンズ系に強い正の屈折力を与えると負の歪曲収差が増加するので、あまり強い正の屈折力は避けた方がよい。これにより第1群の物体側に凸面に向けた負メニスカスレンズの像側の非球面係数を過大にすることが避けられる。第3群の接合正レンズは軸上の色収差と倍率の色収差および色のコマ収差を良好とする働きをしている。

【0008】なお、第3群の後方にローパスフィルタ、赤外光カットフィルタおよびCCDのカバーガラス等の合成した平行平面を配してある。以上のレンズ構成上の特徴のもとに本発明は、

$$1. \quad 3 < f_{G2} / f < 1.6 \quad \dots (1)$$

$$3 < f_{G3} / f_{G2} < 4.6 \quad \dots (2)$$

$$5 < r_{G2F} / |r_{G2R}| < 50 \quad \dots (3)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{G2} : 第2群レンズの焦点距離

f_{G3} : 第3群の接合レンズの焦点距離

r_{G2F} : 第2群レンズの物体側の球面の曲率半径

r_{G2R} : 第2群レンズの像側の非球面の頂点曲率半径なる条件式を満足するものである。

【0009】条件式(1)は第2群のレンズの正の屈折力の範囲を定めるもので第2群の正の屈折力は強くした方が負の歪曲収差を抑える上では有利であるが、下限を超えて強くなるとはバックフォーカスが短くなり、本発明の目的から外れてしまう。上限を超えときはバックフォーカスを長くするには有利であるが、第3群の正の屈折力分担が大きくなり、負の歪曲収差の増大を招いてしまう。

【0010】条件式(2)は、第2群と第3群の正の屈折力の分担範囲を定めるものである。本発明の特徴は第2群に強い正の屈折力を分担させ、像面に近い第3群の接合レンズ系の正の屈折力分担量を軽減させることにより負の歪曲収差の増大を防いでいるものであるが、下限を超えときは第3群の接合レンズの正の屈折力が強くなり、この目的を達せられず、負の歪曲収差が増大する。上限を超えときは第3群の接合レンズの正の屈折力が弱くなり、バックフォーカスが短くなり、本発明の

目的を達せられない。

【0011】条件式(3)は第2群の正レンズの物体側の球面の曲率半径と像側の非球面の頂点曲率半径の屈折力分担を定めるものである。下限を超えときは物体側の球面の屈折力分担が強くなり、バックフォーカスが短くなるので、本発明の目的を達せられない。上限を超えときは第2群の物体側の球面の屈折力が弱くなり、後続の第3群のレンズ径が大きくなり、レンズが大型になってしまう。次に第1群の物体側に凸面に向けた負メニスカスレンズの像側の凹面および第2群の両凸レンズの像側の凸面はガラス球面レンズの外側に透明材料製の非球面層を接合することにより構成することも可能である。第1群の負メニスカスのガラス球面レンズの像側の凹面に透明材料製の非球面層を接合する場合、周縁に行く程曲率の弱くなる非球面を採用する。この場合、接合面の曲率半径は非球面の頂点曲率半径に等しいか、若干大きい方が望ましい。これにより非球面層の厚みも中心と周縁部で大差なく、負の歪曲収差の補正効果も得られる。

【0012】第2群の両凸ガラス球面レンズの像側の凸面に透明材料製の非球面層を接合する場合、接合面の曲率半径は非球面層の頂点曲率半径の近傍であれば良い。この場合の非球面も周縁に行く程曲率の弱くなるものを採用する。非球面係数も第1群より弱いので非球面層の厚みも中心と周縁部の差も少なく、球面収差の補正効果は大きい。以上の構成において、次の条件式を満足するものである。

$$1. \quad 3 < f_{G2} / f < 1.6 \quad \dots (4)$$

$$3 < f_{G3} / f_{G2} < 4.6 \quad \dots (5)$$

$$5 < r_{G2F} / |r_{G2R}| < 50 \quad \dots (6)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{G2} : 第2群において両凸ガラス球面レンズの像側の凸面に接合された透明材料製の非球面層を含む合成レンズの焦点距離

f_{G3} : 第3群の接合レンズの焦点距離

r_{G2F} : 第2群レンズの物体側の球面の曲率半径

r_{G2R} : 第2群レンズの像側に接合された透明材料製の非球面層の頂点曲率半径

【0013】条件式(4)は第2群の正の屈折力の範囲を定めるものである。負の歪曲収差を抑えるためには第2群の正の屈折力を強くした方が有利であるが、下限を超えて強くなるとバックフォーカスが短くなり、本発明の目的から外れてしまう。上限を超えときはバックフォーカスは長くなるが、第3群の正の屈折力分担が大きくなり、負の歪曲収差の増大を招いてしまう。

【0014】条件式(5)は第2群と第3群の正の屈折力の分担範囲を定めるものである。本発明の特徴は第2群に強い正の屈折力を分担させ、像面に近い第3群の接合レンズの正の屈折力分担を軽減させ、それによって負

の歪曲収差の増大を防ぐことができるものである。下限を超えるときは第3群の接合レンズの正の屈折力が強くなり、負の歪曲収差が増大する。上限を超えるときは第3群の正の屈折力が弱くなり過ぎてバックフォーカスが短くなり、本発明の目的を達せられない。

【0015】条件式(6)は第2群の正レンズの物体側の球面の曲率半径と像側に接合された透明材料製の非球面層の頂点曲率半径の屈折力分担を定めるものである。下限を超えるときは物体側の球面の屈折力分担が強くなり、バックフォーカスが短くなるので本発明の目的を達せられない。上限を超えるときは第2群の物体側の球面の屈折力が弱くなり、後群の第3群のレンズ径が大きくなり、レンズが大型になってしまう。

【0016】

【実施例】以下に本発明のレトロフォーカス型広角レンズの実施例1から実施例4までを第1表から第4表までに示す。この説明に用いる記号等の意味は次の通りである。

f : 全系の焦点距離

r_i : 順次に球面または平行平面の曲率半径または非球面の頂点曲率半径

r_{ip} : 球面ガラスレンズの像側に透明材料製の非球面層 r_i を接合するときの接合球面の曲率半径

d_i : 順次にレンズまたは平行平面の軸上厚みまたは空気間隔

d_{ip} : 球面ガラスレンズの像側に透明材料製の非球面層 (r_i) を接合するときの非球面層の軸上厚み

n_i : 順次にレンズまたは平行平面の材質の d 線に対する屈折率

n_{ip} : 球面ガラスレンズ (屈折率 n_i) の像側に透明材料製の非球面層を接合するときの非球面層の材質の d 線に対する屈折率

ν_i : 順次にレンズまたは平行平面の材質のアッベ数

ν_{ip} : 球面ガラスレンズ (アッベ数 ν_i) の像側に透明材料製の非球面層を接合するときの非球面層の材質のアッベ数

次に非球面の形状の式は、

X : 非球面上の点のレンズ面頂点における接平面からの距離

h : 光軸からの高さ

C : 非球面頂点の曲率 ($C = 1/r$)

K : 円錐定数

A_{2i} : 非球面係数
とするとき

【式1】

$$X = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2h^2}} + \sum_{i=2} A_{2i}h^{2i}$$

で表される。図1および図4は本発明によるレトロフォーカス型広角レンズの実施例1および実施例3の構成断面図兼光路図である。

(以下、余白とする。)

【表1】

実施例1

 $f = 4.508$ $F/2.4$ 画角 60°

$r_1 = 3.943$	$d_1 = 1.2$	$n_1 = 1.58913$	$\nu_1 = 61.3$
$r_2 = 1.791$	$d_2 = 3.8$		
$r_3 = \infty$ (絞り)	$d_3 = 2.15$		
$r_4 = 35.105$	$d_4 = 2.857$	$n_2 = 1.65844$	$\nu_2 = 50.9$
$r_5 = -4.78$	$d_5 = 0.1$		
$r_6 = 16.5$	$d_6 = 3.479$	$n_3 = 1.69680$	$\nu_3 = 55.5$
$r_7 = -4.16$	$d_7 = 0.67$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.8$
$r_8 = -30.7$	$d_8 = 1.5$		
$r_9 = \infty$	$d_9 = 3.8$	$n_5 = 1.51680$	$\nu_5 = 64.2$
$r_{10} = \infty$			

非球面係数

非球面	r_2 面	r_5 面
K	-3.58003×10^{-1}	1.54440
A_4	2.71802×10^{-3}	2.31058×10^{-3}
A_6	-4.99978×10^{-4}	3.52316×10^{-4}
A_8	4.92799×10^{-5}	-4.87253×10^{-5}
A_{10}	4.99737×10^{-5}	7.32638×10^{-6}

バックフォーカス (8面迄)	6.122
射出瞳一像面	21.026
f_{G2}	1.459 f
f_{G3}	6.444 f
f_{G3}/f_{G2}	4.417
$r_{G2F}/ r_{G2R} $	7.344

【表2】

実施例2 (図1参照)

 $f = 4.496$ $F/2.4$ 画角 60°

$r_1 = 3.395$	$d_1 = 0.98$	$n_1 = 1.58913$	$\nu_1 = 61.3$
$r_2 = 1.731$	$d_2 = 3.781$		
$r_3 = \infty$ (絞り)	$d_3 = 1.895$		
$r_4 = 118.5$	$d_4 = 2.791$	$n_2 = 1.65844$	$\nu_2 = 50.9$
$r_5 = -4.554$	$d_5 = 0.1$		
$r_6 = 15.618$	$d_6 = 2.995$	$n_3 = 1.69680$	$\nu_3 = 55.5$
$r_7 = -4.08$	$d_7 = 0.661$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.8$
$r_8 = -23.5$	$d_8 = 1.5$		
$r_9 = \infty$	$d_9 = 3.8$	$n_5 = 1.51680$	$\nu_5 = 64.2$
$r_{10} = \infty$			

非球面係数

非球面	r_2 面	r_5 面
K	-2.92409×10^{-1}	-5.49446×10^{-1}
A_4	1.20078×10^{-3}	-9.02144×10^{-5}
A_6	-4.98150×10^{-4}	3.11021×10^{-5}
A_8	4.94861×10^{-5}	-4.98064×10^{-6}
A_{10}	4.36331×10^{-7}	-4.96656×10^{-8}

バックフォーカス (8面迄)	6.126
射出瞳一像面	20.059
f_{G2}	1.495 f
f_{G3}	5.075 f
f_{G3}/f_{G2}	3.395
$ r_{G2F}/r_{G2R} $	26.021

【表3】

実施例3

f=4.491 F/2.4 画角60°

$r_1 = 3.72$	$d_1 = 1.2$	$n_1 = 1.58913$	$\nu_1 = 61.3$
$r_{2o} = 1.99$	$d_{2o} = 0.02$	$n_{1o} = 1.50703$	$\nu_{1o} = 53.4$
$r_2 = 1.73$	$d_2 = 3.77$		
$r_3 = \infty$ (絞り)	$d_3 = 2.069$		
$r_4 = 110.0$	$d_4 = 2.784$	$n_2 = 1.65844$	$\nu_2 = 50.9$
$r_{5P} = -4.69$	$d_{5P} = 0.02$	$n_{2P} = 1.50703$	$\nu_{2P} = 53.4$
$r_5 = -4.684$	$d_5 = 0.1$		
$r_6 = 15.0$	$d_6 = 3.5$	$n_3 = 1.69680$	$\nu_3 = 55.5$
$r_7 = -4.05$	$d_7 = 0.6$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.8$
$r_8 = -23.3$	$d_8 = 1.5$		
$r_9 = \infty$	$d_9 = 4.2$	$n_5 = 1.51680$	$\nu_5 = 64.2$
$r_{10} = \infty$			

球面係数

非球面	r_2 面	r_5 面
K	-3.75865×10^{-1}	-2.01148×10^{-1}
A_4	2.12418×10^{-3}	4.98103×10^{-4}
A_6	-4.91429×10^{-4}	4.91163×10^{-5}
A_8	1.85847×10^{-5}	-4.60591×10^{-6}
A_{10}	3.46274×10^{-5}	-3.62231×10^{-6}

バックフォーカス (8面迄)	6.044
射出瞳一像面	21.943
f_{G2}	1.535 f
f_{G3}	4.872 f
f_{G3}/f_{G2}	3.174
$ r_{G2P}/r_{G2R} $	23.484

【表4】

実施例4 (図4参照)

f=4.510 F/2.4 画角60°

$r_1 = 3.364$	$d_1 = 0.95$	$n_1 = 1.58913$	$\nu_1 = 61.3$
$r_{2p} = 1.97$	$d_{2p} = 0.02$	$n_{1p} = 1.50703$	$\nu_{1p} = 53.4$
$r_2 = 1.706$	$d_2 = 3.685$		
$r_3 = \infty$ (絞り)	$d_3 = 2.1$		
$r_4 = 113.5$	$d_4 = 2.734$	$n_2 = 1.65844$	$\nu_2 = 50.9$
$r_{5p} = -4.56$	$d_{5p} = 0.02$	$n_{2p} = 1.50703$	$\nu_{2p} = 53.4$
$r_5 = -4.581$	$d_5 = 0.1$		
$r_6 = 15.8$	$d_6 = 2.954$	$n_3 = 1.69680$	$\nu_3 = 55.5$
$r_7 = -4.05$	$d_7 = 0.603$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.8$
$r_8 = -23.3$	$d_8 = 1.5$		
$r_9 = \infty$	$d_9 = 3.8$	$n_5 = 1.51680$	$\nu_5 = 64.2$
$r_{10} = \infty$			

球面係数

非球面	r_2 面	r_5 面
K	-3.30780×10^{-1}	-4.82541×10^{-1}
A_4	1.39195×10^{-3}	1.83328×10^{-4}
A_6	-4.99067×10^{-4}	3.76648×10^{-5}
A_8	3.33248×10^{-5}	-4.94747×10^{-8}
A_{10}	-4.28959×10^{-6}	-4.89689×10^{-8}

バックフォーカス (8面)	6.161
射出瞳一像面	21.911
f_{02}	1.496 f
f_{03}	5.113 f
f_{03}/f_{02}	3.418
$r_{02F}/ r_{02R} $	24.776

【0017】図2、図3、図5および図6は本発明によるレトロフォーカス型広角レンズの第1乃至第4実施例の収差曲線図である。負の歪曲収差も少なく、しかも素直であり、球面収差、非点収差、コマ収差はもちろん、軸上、軸外の色収差、倍率の色収差および色のコマとも極めて良好に補正されており、高画素数で画素ピッチの小さいデジタルカメラにも充分対応し得ることを示している。

【0018】

【発明の効果】レンズ枚数が4枚と少ない構成でバックフォーカスも長く、射出瞳一像面、間の距離も大きく、

F/2.4の口径比において良好な収差を得ることができた。非球面を前群と後群に各1面を最も効果のあるところに使用し、その効果がはっきり表れた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレトロフォーカス型広角レンズの実施例1の構成断面図兼光路図である。

【図2】実施例1の収差曲線図である。

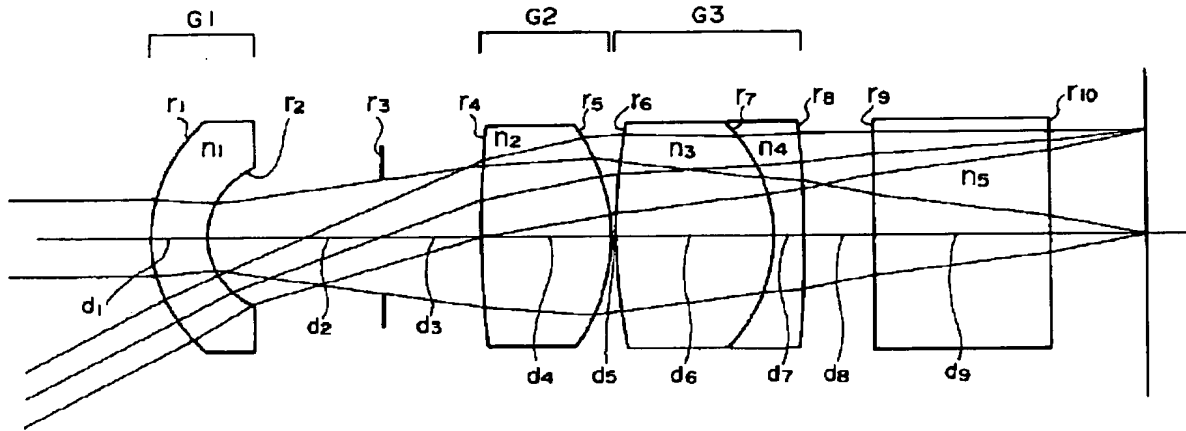
【図3】実施例2の収差曲線図である。

【図4】本発明によるレトロフォーカス型広角レンズの実施例3の構成断面図兼光路図である。

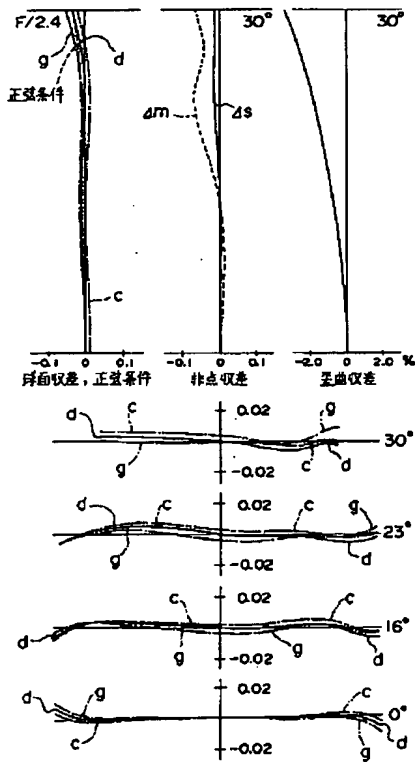
【図5】実施例3の収差曲線図である。

【図6】実施例4の収差曲線図である。

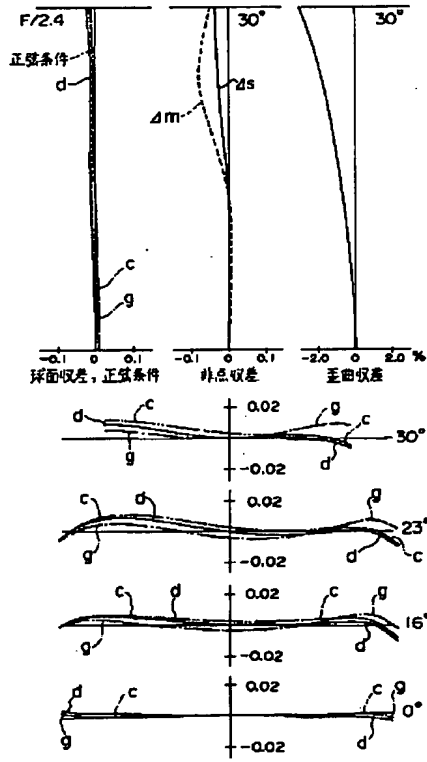
【図1】



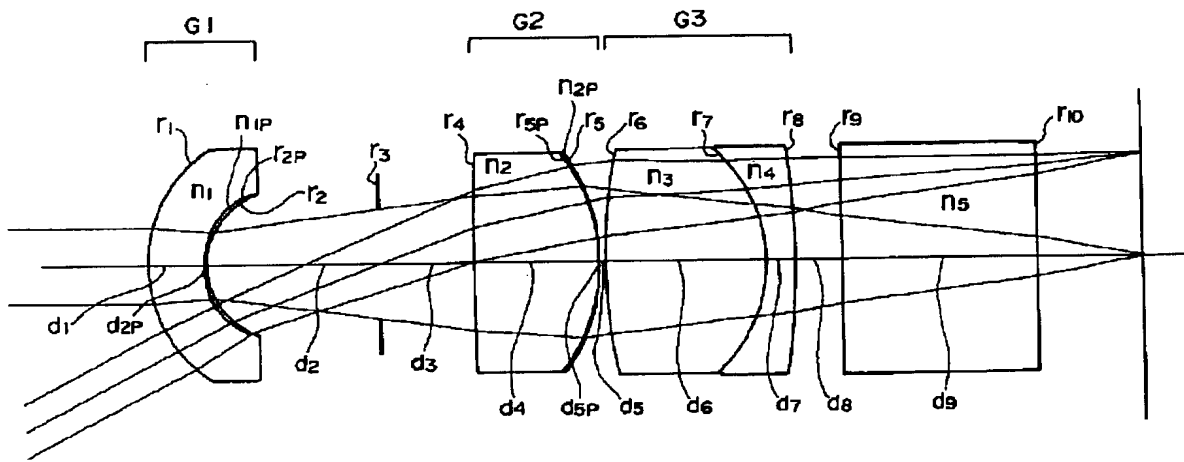
【図2】



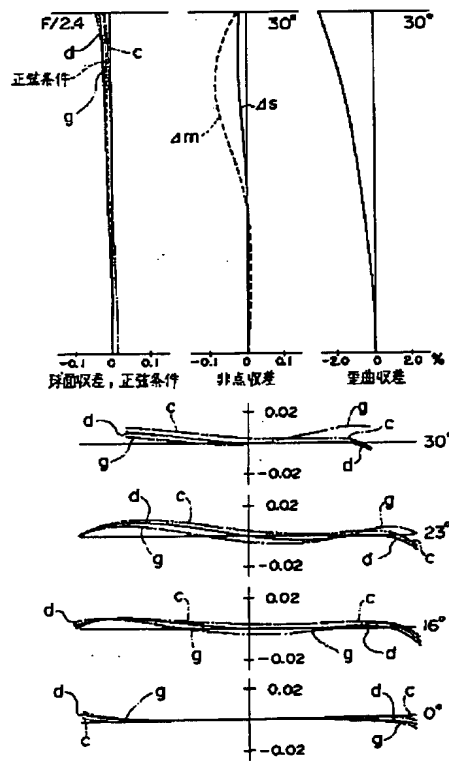
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

